

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-194680

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl.

G06F 17/00

(21)Application number : 07-004232

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 13.01.1995

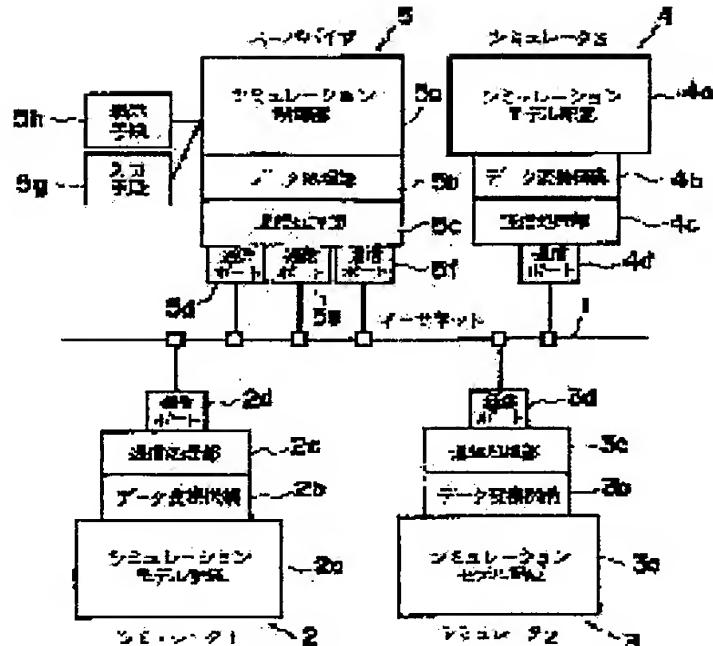
(72)Inventor : SON MASAHIDE
AKANE KAZUMI

(54) DISTRIBUTED SIMULATOR FOR DISCRETE EVENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the device with which centralized management synchronous distributed simulation using various simulators is enabled.

CONSTITUTION: Concerning the distributed simulator for discrete event with which the centralized management synchronous distributed simulation is performed by combining plural simulators 2-4 and a supervisor 5 connected on a network 1, on the respective simulators 2-4, data, converting transforming mechanisms 2b-4b for transforming the data which are transmitted/received among the respective simulators 2-4 together with the control information of simulation in the case of performing communication processing between the respective simulators 2-4 and the supervisor 5, into any prescribed format.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワーク上に接続された複数の離散事象シミュレータと一つの分散シミュレーション制御装置を組み合わせて集中管理同期式の分散シミュレーションを行なう離散事象の分散シミュレーション装置において、

各離散事象シミュレータ上に、各離散事象シミュレータと前記分散シミュレーション制御装置との通信処理を行う際にシミュレーションの制御情報とともに各離散事象シミュレータ間で送受信されるデータを所定の書式に変換する機構を設けたことを特徴とする離散事象の分散シミュレーション装置。

【請求項2】 前記分散シミュレーション制御装置上に、前記各シミュレータから送られてきたデータをそれぞれの送り先ごとに再配置する機構を設けたことを特徴とする請求項1記載の離散事象の分散シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、離散事象シミュレータを複数台組み合わせてシミュレーションを行う離散事象の分散シミュレーション装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 たとえば、工場における生産のシミュレーションを行なうために各種のシミュレーション方式が提案されており、その一つとして複数数のシミュレータを一つのスーパーバイザと呼ばれる制御装置で制御する集中管理同期式のシミュレーション方式がある。

【0003】 集中管理同期式のシミュレーション方式としては、スーパーバイザからシミュレーション実行指令が送信されるごとに、各シミュレータが一定時間間隔ずつシミュレーションを行い、その時間間隔分のシミュレーションが終了するとスーパーバイザにシミュレーション終了合図を返すという動作を繰り返しながらシミュレーション

10 【0005】 このタイムバケット法を採用したシミュレーション方式の概念図を図4に示す。ここでは2つのシミュレータが、ひとつのスーパーバイザによって管理されている様子を示している。期間 ΔT のシミュレーションを開始する前に、シミュレータ1からスーパーバイザを経てシミュレータ2にデータ1が、またシミュレータ2からスーパーバイザを経てシミュレータ1にデータ2が送られる。各シミュレータ上で ΔT 分のシミュレーションが終了すると、上と同様にデータが交換され、シミュレーションが進められる。

20 【0006】 シミュレータとスーパーバイザの間の通信は、図5および図6に示すように、シミュレーションモデル中にSOURCEおよびSINKという2種類のルーチンを埋め込み、スーパーバイザ上での同期信号に合わせてこれらが処理されることによって達成されている。図5で、SOURCEは Δt 分のシミュレーション開始指令および他のシミュレータからのデータをスーパーバイザから受け取る処理を行う。シミュレーション処理中に他のシミュレータへ送るべきデータがあると、それらはSINK中の変数に保管され、 Δt 分のシミュレーション終了後にシミュレーション終了合図とともにスーパーバイザに送られる。

【0007】 上述したシミュレーションの実際の記述例をリスト1に示す。

【0008】

リスト1

```

GEN, , , , , N, N, , , , 72 ;
LIMIT, 2, 2, 200 ;
        NETWORK ;
SOUR    EVENT, 4 ;
        ENTER, 1 ;
INSP     QUEUE (1) ;
        ACT (2) /1, UNIFORM (6., 12.) ;
        GOON ;
        ACT, , 85, DPRT ;
        ACT, , 15, ADJT ;
ADJT    QUEUE (2) ;
        ACT /2, UNFRM (20., 40.), , INSP ;
        COLCT, INT (1), TIME IN SYSTEM ;
DPRT    EVENT, 1 ;
SINK    TERM ;

```

```

BUKT      CREATE, 100, 100, , 3 ;
          EVENT, 3 ;
          TERM ;
          END ;
INIT, 0, 300 ;
FIN ;

```

この例では、シミュレーションの内容は、SLAMと呼ばれるシミュレーション言語 (Quick Reference Manual, Pritsker Corp., 1990 参照) によって記述されている。リスト 1において、SOURは上記の SOURCEルーチンであり、ここでの「EVENT, 4」はスーパバイザを経由して送られてくる他のシミュレータからのデータ入力を取り込むためのイベントで、そのデータは次の行にある ENTERイベントによって指定された変数に取り込まれる。また、SINKは上記の SINKルーチンで、ここでの「EVENT, 1」はスーパバイザを経由して他のシミュレータにデータを送信するためのイベントである。ここに述べた EVENTやENTERはシミュレーション言語の提供するイベント関数であり、シミュレーション言語の仕様の一部となっている。スーパバイザでは、図 6 に示す Δt 処理開始指令送信時に各シミュレータから集められたデータが付随して送られ、各シミュレータからの終了合図受信時に各シミュレータから送信されるデータを受け取る。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、シミュレーション言語の提供する仕様に強く束縛されるため、複数の異なる離散事象シミュレータを組み合わせて分散シミュレーションを行なうことが困難であるという問題がある。すなわち、分散シミュレーションを行う場合、例えば生産工場のシミュレーションを行う場合には、加工ラインではジョブショップタイプの仕事を表現しやすいシミュレータを、組立ラインではフローショップタイプの流れ作業を表現しやすいシミュレータを、さらにはFMS (flexible manufacturing system) ラインにおいてはロボットの干渉チェック機能を持ったシミュレータを用いるといったように、目的によってさまざまなシミュレータを用いることでモデルの作成効率を上げることができるが、上記従来技術では分散シミュレーションを行うには専用のシミュレータを必要とするため、個々の目的に合致したシミュレータを選択できないという問題があった。

【0010】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、従来の技術における上述の問題を解消し、さまざまなシミュレータを用いた集中管理同期式の分散シミュレーションを可能とする装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、ネットワーク

上に接続された複数の離散事象シミュレータとひとつの分散シミュレーション制御装置を組み合わせて集中管理同期式の分散シミュレーションを行なう離散事象の分散シミュレーション装置において、各離散事象シミュレータ上に、各離散事象シミュレータと前記分散シミュレーション制御装置との通信処理を行う際にシミュレーションの制御情報とともに各離散事象シミュレータ間で送受信されるデータを所定の書式に変換する機構を設けたことを特徴とする。

【0012】また、本発明は、前記分散シミュレーション制御装置上に、前記各シミュレータから送られてきたデータをそれぞれの送り先ごとに再配置する機構を設けたことを特徴とする。

【0013】

【作用】本発明に係る分散シミュレーション装置においては、分散シミュレーション制御装置であるスーパバイザから各シミュレータに対し同一の書式でデータが送られる。各シミュレータ上で 1 シミュレーション時間間隔分のシミュレーションが終了すると、各シミュレータからデータ変換機構を経て他の单一または複数のシミュレータに送信すべきデータがまとめてスーパバイザに送られる。スーパバイザは、それぞれのデータの送り先シミュレータごとに振り分けたうえで改めてそれらデータを

30 所定のシミュレータに送信し、それらデータを受け取った各シミュレータでは、データ変換機構によってデータを取り込み可能な形式に変換した上でシミュレータ内部に取り込む。このように、各シミュレータ上にデータ変換機構を設け、シミュレータ間のデータの送受信の共通化を計ることによって、さまざまな形態のシミュレータの利用が可能となる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の分散シミュレーション装置を実施するための構成例を示すブロック図である。ここでは、生産工場における加工工程、組立工程、及び搬送工程のシミュレーションを行なう場合を例に挙げて説明する。

【0015】イーサネット (登録商標) 等のネットワーク 1 上に、三つのシミュレータ 2~4 と、これらの 3 つのシミュレータ 2~4 を統括制御する一つのスーパバイザ 5 とが接続されている。各シミュレータ 2~4 は、それぞれ、加工工程、組立工程、及び搬送工程の離散事象シミュレーションを行なうものである。各シミュレータ 2~4 は、それぞれ、シミュレーションモデル記述部 2

a～4 a、データ変換機構2 b～4 b、通信処理部2 c～4 c、通信ポートd c～4 dを備えている。また、スーパーバイザ5は、シミュレーション制御部5 a、データ処理部5 b、通信処理部5 c、通信ポート5 d～5 f、入力手段5 g、表示手段5 hを備えている。

【0016】本実施例においては、たとえば、上記スーパーバイザ5及び三つのシミュレータ2～4は、それぞれ、市販のコンピュータにより構成されるが、全部のコンピュータが同じハードウェア及びソフトウェアを備えている必要はない。たとえば、スーパーバイザ5はSma11talk（登録商標）を使用するUNIX（登録商標）コンピュータで構成され、加工工程のシミュレーションを行なう第1のシミュレータ2はExtend2.0（登録商標）を使用するMacintosh（登録商標）コンピュータで構成され、組立工程のシミュレーションを行なう第2のシミュレータ3はC++（登録商標）を使用するUNIX（登録商標）コンピュータで構成され、搬送工程のシミュレーションを行なう第3のシミュレータ2はVisual Basic（登録商標）を使用するDOS/V（登録商標）コンピュータで構成される。

【0017】スーパーバイザ5各シミュレータ2～4の間は、UNIX（登録商標）のBSDシステムで広く利用されている通信プロトコルTCP/IPを用いたソケットによる通信が行われる。

【0018】スーパーバイザ5には、組み合わされるシミュレータの数だけの通信ポートが設けられ、それぞれ異なるポート番号が割り当てられている。ここでは三つのシミュレータ2～4に対応して三つの通信ポート5 d～5 fが設けられている。スーパーバイザ5上のソケットはサーバプロセスであり、各シミュレータ2～4からの接続要求に応じることができる。シミュレータ2～4側の通信ポート（ソケットポート）5 d～5 fにもそれぞれ独自のポート番号が割り当てられている。

【0019】スーパーバイザ5の各シミュレータ2～4に対する通信ポート5 d～5 fから送受信されるデータは、データ処理部5 bによって図2のようなフォーマットに変換される。このデータは、ソケットを通した通信を行うため1024バイトのフレームとして扱われる。データのない部分は、ヌルコード00 hで埋められる。まず、4バイトの文字列で与えられるシミュレーション制御指令（コントロール（CTL）コマンド）と、これに付随して送られるシミュレーションデータの個数（シミュレーション（SIM）コマンド数）が記述される。

【0020】シミュレーション制御指令には、スーパーバイザ5から各シミュレータ2～4に向けて送られる初期化指令INIT、シミュレーション実行指令SIMS、およびシミュレーション終了指令SIMEと、各シミュレータ2～4からスーパーバイザ5に向けて送られるそれぞれの指令の終了合図ENDIがある。シミュレーション

シミュレーションデータの個数は、2バイトの符号なし2進数で与えられる。

【0021】続いて、それらシミュレーションデータの先頭からの開始位置（SIMコマンドNの位置）とその大きさ（SIMコマンドNのサイズ）を与えるブロックが置かれる。これらはともに2バイトの符号なし2進数で記述されている。受信側ではこれを参照することにより、それぞれのシミュレーションデータを簡単に取り出すことができる。

【0022】さらにこれに続いて、送られるべきシミュレーションデータが列挙される（シミュレーションデータの並び）。シミュレーションデータは、他のシミュレータとの間でシミュレーションデータを交換するためのデータであり、それぞれのシミュレータ2～4のデータ変換機構2 b～4 bにおいて生成される。シミュレーションデータの内部構造は図3のような形式となっており、処理内容を示すSIMコマンド、要求先、要求元、バッファ名、アクセスしたい変数名、数量といった情報であり、それらが続けて記述される。シミュレータで処理しやすいように、変数名は4バイトのアスキコード、数量は2バイトの符号なし2進数としている。SIMコマンドは英字4バイトの文字列で与えられ、搬入要求MOV1、搬出要求MOV0などがある。要求先および要求元は、個々のシミュレータに与えられた名前で、英字4バイトの文字列で示される。データの送り先および送り元は、スーパーバイザ5でこの情報を見ることによって明らかにされる。バッファ名および変数もすべて英字で始まる英数字4バイトの文字列で与えられる。数量は2バイトの符号なし2進数で与えられる。このようなデータ構成をとることにより、スーパーバイザ5および各シミュレータ2～4において、送受信されるデータからシミュレータデータを容易に切り出すことができる。このようにフォーマットされたデータが、通信処理部5 cによって各通信ポート5 d～5 fに振り分けられ送信される。

【0023】スーパーバイザ5においては、データ処理部5 bで上記の処理を行う前に、シミュレーション制御部5 aにおいてシミュレーション制御指令（CTLコマンド）とともにシミュレータ2～4間で送受信されるシミュレーションデータすなわち各シミュレータからの入出力要求を、その宛先ごとに再編成し直すという作業を行なう。この作業は、データ中に含まれる要求先データを見て、その要求先ごとにシミュレーションデータを分配することによって行なわれる。シミュレーション制御部5 aは、このほかシミュレーションを開始する前にシミュレーション時間間隔およびシミュレーション期間という情報を各シミュレータ2～4に通知するとともに、分散シミュレーションの同期制御を行う。すなわち、すべてのシミュレータ2～4へのデータ送信準備ができたら通信ポート5 d～5 fを経てそれらデータを送信し、そ

の後、通信ポート 5 d ~ 5 f を受信待ち状態に設定するという作業を行う。

【0024】各シミュレータ 2 ~ 4 でシミュレーションが終了し、すべての通信ポート 5 d ~ 5 f に終了合図 S I M E が届いた時点で上記データの並べ替え作業を指示し、作業が完了したら次にシミュレーション実行指令か、またはシミュレーション終了時点であればシミュレーション終了命令を各シミュレータ 2 ~ 4 に送るという作業を行う。

【0025】各シミュレータ 2 ~ 4 上のシミュレーションモデルには、スーパバイザ 5 との通信を担う通信イベントが記述されている。このイベントが発生するとデータ変換機構 2 b ~ 4 b が呼び出され、スーパバイザ 5 からデータを受信する場合には、ソケットで受信したデータをシミュレータ内で用いるデータ形式に変換し、そこに記述されているシミュレーション制御指令に基づいた処理を行うとともに、シミュレーションに必要なデータを該当するシミュレーション変数にセットする。

【0026】たとえば、シミュレーション制御指令が初期化指令 I N I T の場合、付随データとしてシミュレーション期間およびシミュレーション時間間隔が送られてくるため、シミュレータの大域変数であるシミュレーション期間と通信イベントの局所変数である通信イベントの生起間隔がセットされる。

【0027】シミュレーション制御指令がシミュレーション実行指令 S I M S の場合には、通信イベントまたはスーパバイザ 5 から受け取った指令を遂行した後は、その指令に対する終了合図 S I M E とともに他のシミュレータ 2 ~ 4 に送るべきデータがあればそれらを収集し、これらを図 2 および図 3 のフォーマットに変換してソケットポートにセットし、スーパバイザ 5 へ送信する。ここでは、他のシミュレータからのデータ入力は、ひとつのシミュレータ上でのソースとして、また他のシミュレータへのデータ出力はシンクとして扱っている。

【0028】なお、上記実施例は本発明の一例を示すも

のであり、本発明はこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0029】

【発明の効果】以上詳細に説明した如く、本発明によれば、ネットワーク上に接続された複数の離散事象シミュレータとひとつの分散シミュレーション制御装置を組み合わせて集中管理同期式の分散シミュレーションを行なう離散事象の分散シミュレーション装置において各シミュレータ上でデータを送受信する際、送受信するデータを指定の書式に変換する機構を設け、この機構を通してデータを送受信することにより、分散処理専用のシミュレータだけでなく、既存の単体で用いられるシミュレータも組み合わせた分散シミュレーションを容易に実現できるという顕著な効果を生み出すものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の離散事象の分散シミュレーション装置を実施するための構成例を示すブロック図である。

【図 2】 本実施例においてネットワーク上で送受信されるデータの書式を示す説明図である。

【図 3】 ネットワーク上で送受信されるデータの中のシミュレーションデータの書式を示す図である。

【図 4】 従来の集中管理同期式シミュレーションの処理概要を示す説明図である。

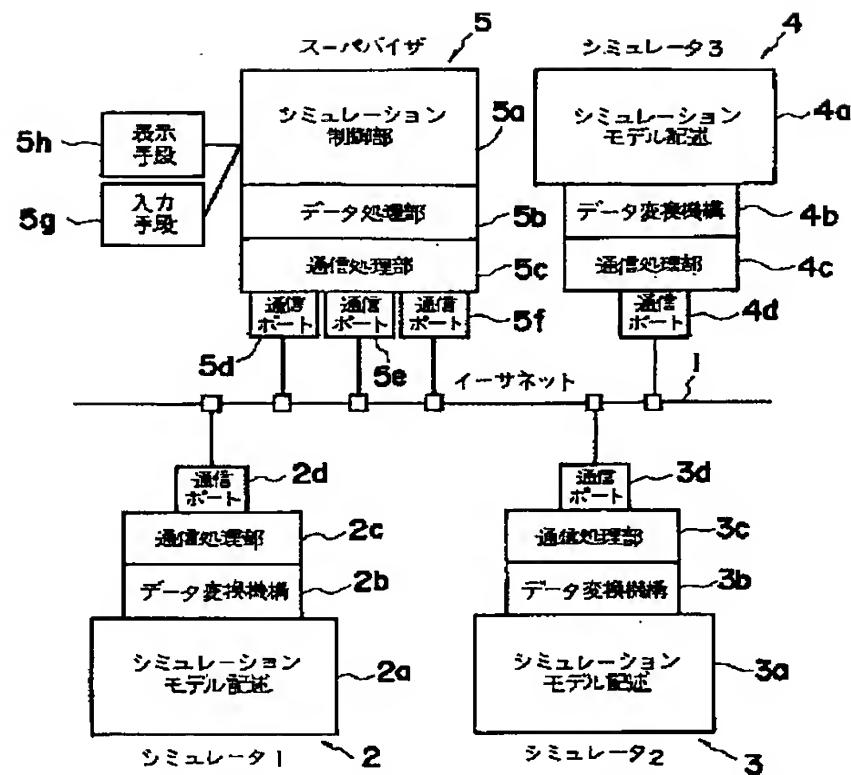
【図 5】 従来技術におけるシミュレータ上の処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】 従来技術におけるスーパバイザの処理手順を示すフローチャートである。

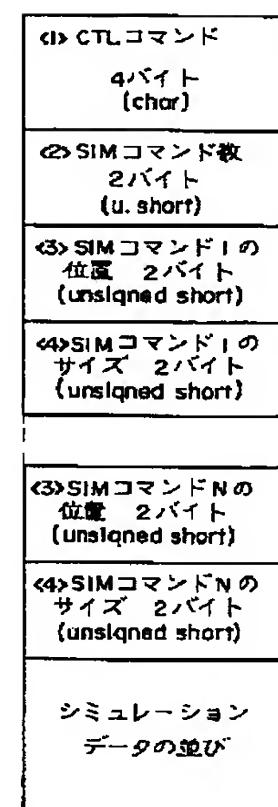
【符号の説明】

1 … ネットワーク、 2 ~ 4 … シミュレータ、 2 a ~ 4 a … シミュレーションモデル記述部、 2 b ~ 4 b … データ変換機構、 2 c ~ 4 c … 通信処理部、 2 d ~ 4 d … 通信ポート、 5 … スーパバイザ、 5 a … シミュレーション制御部、 5 b … データ処理部、 5 c … 通信処理部、 5 d ~ 5 f … 通信ポート

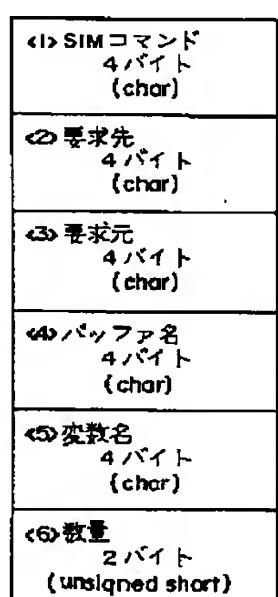
【図1】



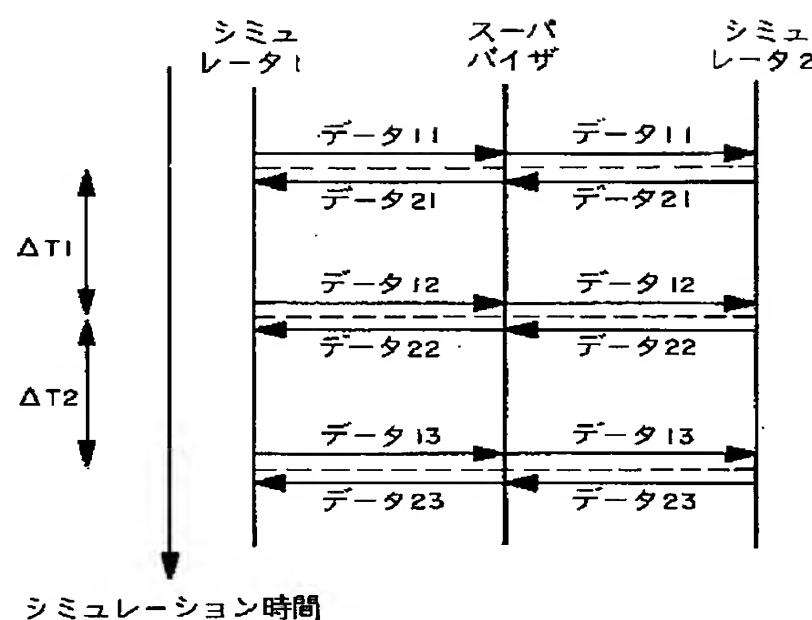
【図2】



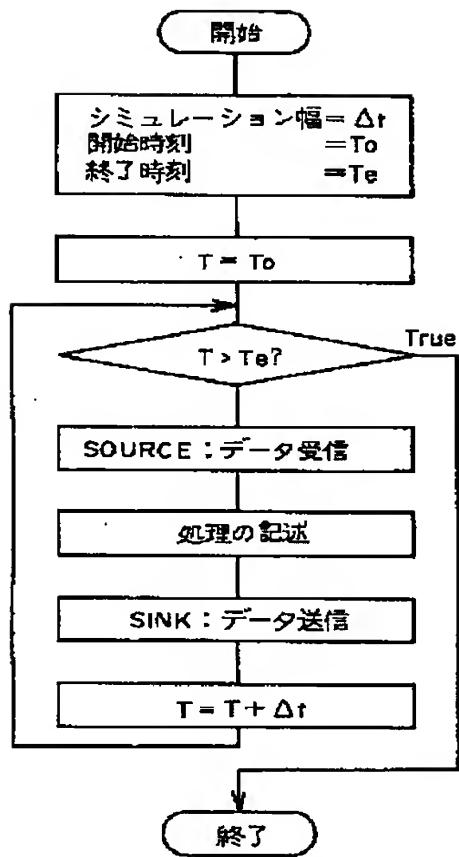
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

